

Wojciech LORENC¹
Witold KOSECKI²
Marcin BRAŚ³
Andrzej MARECKI⁴

PRZYKŁAD MONTAŻU MOSTU ZESPOLONEGO Z DŹWIGÓW USTAWIONYCH NA PREFABRYKATACH VFT

1. Wstęp

W referacie przedstawiono technologię budowy ustroju nośnego, w której do montażu przęseł, po raz pierwszy w odniesieniu do konstrukcji z dźwigarów VFT, zastosowano dźwigi ustawione na prefabrykowanych zespolonych przed wykonaniem płyty monolitycznej.

Technologię zastosowano przy przebudowie przeprawy przez Wisłę w okolicach Krakowa, tj. na stopniu wodnym Kościuszko w ciągu autostrady A4 w km 417+888 - konstrukcja od strony WD (jezdni lewa). Zaprojektowano i wykonano odpowiednie konstrukcje montażowe oraz zmodyfikowano konstrukcje pierwotnie zaprojektowanych dźwigarów VFT ze względu na obciążenia montażowe. Dźwigi ustawione na prefabrykacjach zespolonych za pośrednictwem specjalnych platform miały za zadanie zdemontowanie dźwigarów kablobetonowych istniejącego ustroju nośnego i wstawienie w ich miejsce prefabrykatów VFT. Transport dźwigarów z i na miejsce wbudowania odbywał nocą się za pośrednictwem samochodów z sąsiedniej nitki z czasowym zamknięciem ruchu kołowego na nitce czynnej.

2. Konstrukcja istniejącego ustroju nośnego

Obiekt znajduje się w ciągu autostrady A4 w km 417+888 na odcinku Balice-Opatkowie (stopień wodny „KOŚCIUSZKO”) w okolicach Krakowa. Istniejący ustrój nośny składał się z dwóch oddzielnych konstrukcji pod każdą nitką autostrady tj. dla każdej nitki pięć przęseł swobodnie podpartych z belek WBS o rozpiętościach 35m. Ciężar jednego prefabrykatu do zdemontowania za pomocą dwóch dźwigów wynosił około 80 ton.

¹ dr inż., Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej

² mgr inż., EUROPROJEKT Gdańsk

³ mgr inż., MOTA-ENGIL POLSKA S.A.

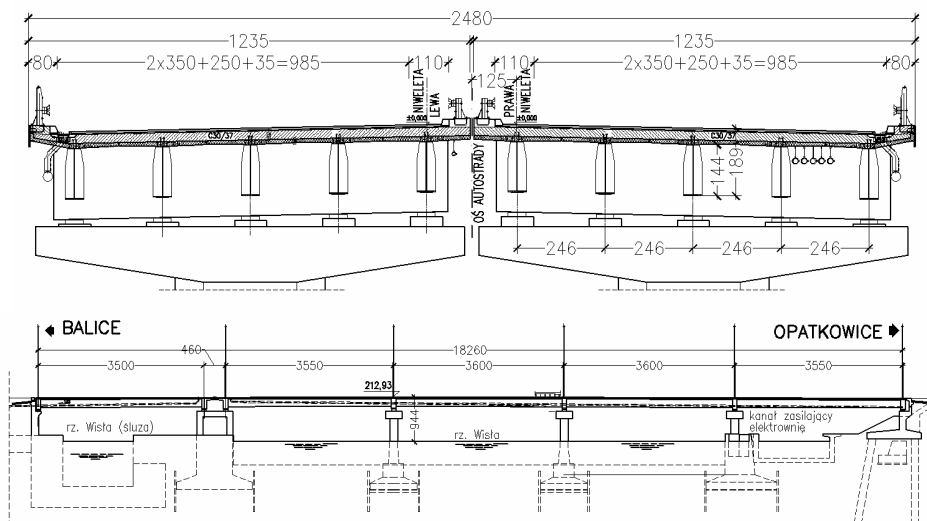
⁴ dr inż., ZMID Warszawa



Rys. 1. Widok ogólny konstrukcji obiektu istniejącego w trakcie przebudowy

3. Konstrukcja ustroju nośnego po przebudowie

Ustrój nośny pod każdą nitką autostrady zaprojektowano jako dwie niezależne konstrukcje: pojedyncze przesło swobodnie podparte o rozpiętości 35 m oraz 4 przęsłowy układ ciągły 35,5+36,0+36,0+35,5m. W przekroju poprzecznym konstrukcja wszystkich przęseł jest taka sama i składa się z 5 dźwigarów prefabrykowanych VFT w rozstawie 2,46 m, na których wykonano żelbetową płytę o grubości 25 cm. Szerokość konstrukcji przęsła pod jedną nitką wynosi 12,35 m, docelowa szerokość całego obiektu (dwie nitki) wynosi 24,8 m. Przekrój poprzeczny konstrukcji mostu oraz widok z boku pokazano na rys. 1. Most zaprojektowano na obciążenie użytkowe klasy A wg PN-85/S-10030. Zakres przebudowy obejmował całkowitą wymianę ustroju nośnego na obu nitkach oraz przebudowę przyczółka prawobrzeżnego wraz z posadowieniem. Poza jednym przyczółkiem pozostawiono istniejące podpory wykonując jedynie nowe ciosy podłożyskowe.



Rys. 2. Przekrój poprzeczny i widok z boku obiektu po przebudowie

Widoczny na rys. 1. zastrzał pomiędzy krawędzią belki oczepowej a trzonem filara jest konstrukcją tymczasową, zastosowaną ze względu na znaczne wartości momentów

zginających w belce oczepowej pojawiające się w fazie demontażu istniejących belek WBS. Przyjęta przez wykonawcę technologia przebudowy zakładała wykorzystanie dwóch dźwigów do demontażu istniejących belek WBS i montażu nowych prefabrykatów VFT. Technologia wraz z zastosowanymi konstrukcjami montażowymi została opisana w niniejszym referacie.

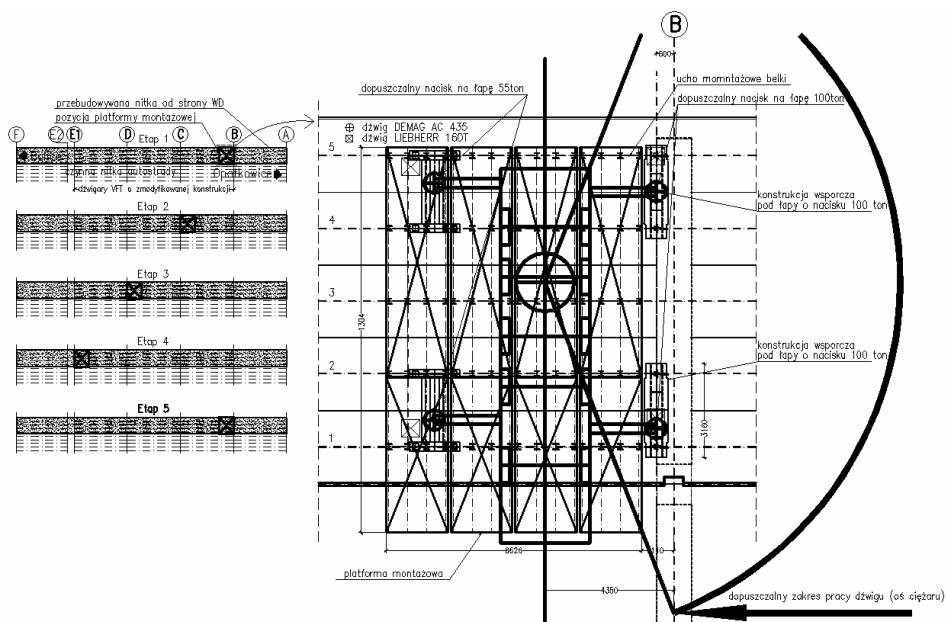
4. Technologia przebudowy ustroju nośnego i zastosowane rozwiązania konstrukcyjne

W aspekcie prefabrykacji dźwigarów VFT zastosowano tutaj typowe rozwiązanie krajowe, tj. wykonanie blachownic ze sworzniami w wytwórni oraz prefabrykację cienkiej półki na stanowisku w pobliżu placu budowy [Rys. 3].

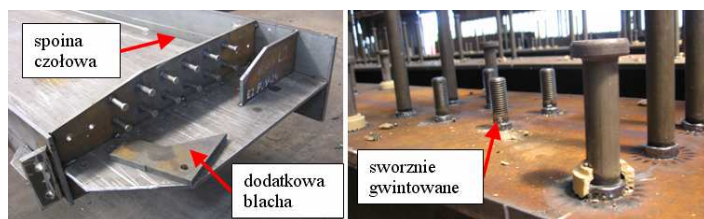


Rys. 3. Etapy realizacji prefabrykatów VFT.

Przyjęta przez Wykonawcę technologia przebudowy zakładała przebudowę istniejącego ustroju nośnego metodą „przešlo po prześle” z konstrukcji z dźwigarów WBS na konstrukcję z dźwigarów VFT, przy wykorzystaniu dwóch dźwigów i kolejności robót jak na rys 4. Na rys. 4 pokazano schematy ustawienia platform tylko na dźwigarach VFT – oczywiście w trakcie przebudowy występowały schematy gdy jeden dźwig jest ustawiony na istniejącej konstrukcji z a drugi na ustawionych już prefabrykatakach VFT. Konieczne było zastosowanie specjalnych platform które umożliwiały bezpieczne przekazanie sił na dźwigary prefabrykowane, które w dotychczasowych realizacjach nie były nigdy tak mocno wyęteżane w fazie z cienką płytą (znaczne naprężenia w betonie półki oraz duże wyęteżenie osłabionego otworami zespolenia). Ponadto należało dokonać modyfikacji konstrukcji niektórych dźwigarów stalowych już na etapie wytwarzania konstrukcji stalowej [Rys. 5]. Wykonano dodatkowe blachy na końcach dźwigarów na których miały zostać oparte konstrukcje wsporcze pod łąpy dźwigu o nacisku 100 ton. Ponadto zastosowano spoinę czołową, zamiast pachwinowych, na odcinku podporowym o długości 1.5 m. W celu zamocowania platformy do konstrukcji dźwigara przypawano do dźwigarów sworznie gwintowane w wybranych miejscach.



Rys. 4. Technologia budowy i kolejność robót



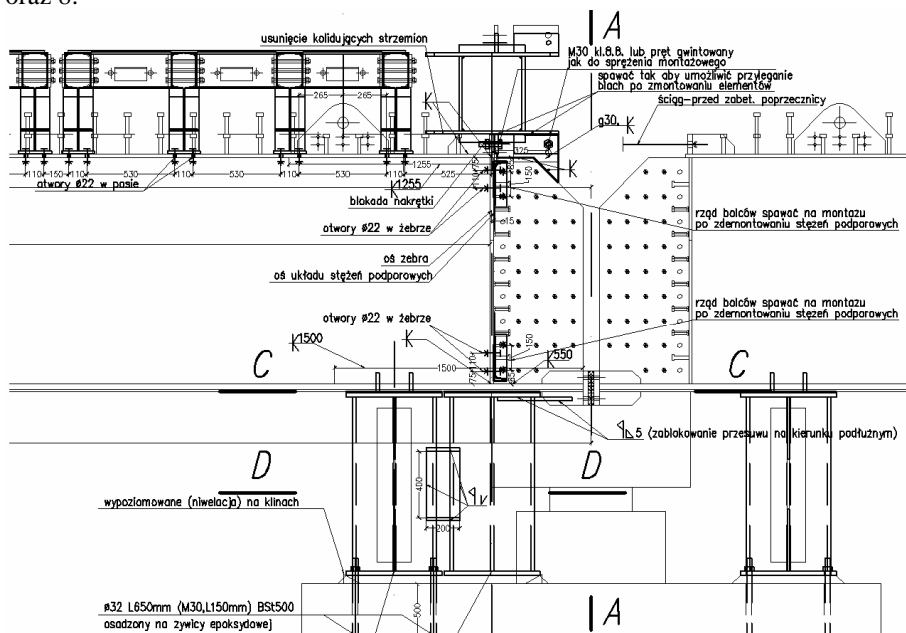
Rys. 5. Zmiany w konstrukcji stalowej



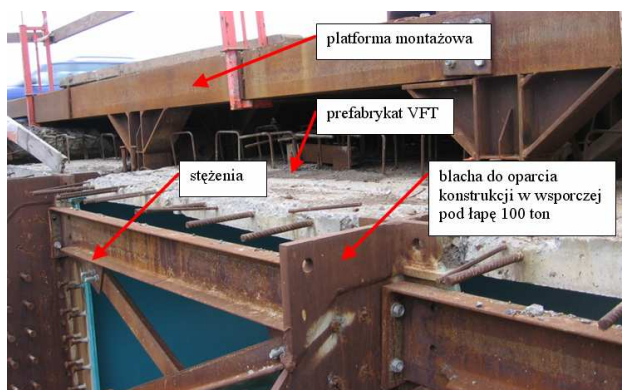
Rys. 6. Dodatkowe elementy montażowe

Wykonano ponadto dodatkowe elementy montażowe przedstawione na rys. 6. Stołki montażowe było dwójakiego rodzaju i zastosowano na nich głowice umożliwiające regulację wysokości a w końcowym etapie opuszczenie uciążonego ustroju nośnego na łożyska. Zastosowano specjalne konstrukcje wsporcze pod łapy dźwigu oparte w trakcie montażu na dospawanych do stalowych dźwigarów specjalnych blach. Zostały one zaprojektowane z

jako uniwersalne tj. z dostosowaniem do spadku poprzecznego i przewidziane do zastosowania na obu nitkach i obu końcach dźwigarów. Ustawienie dźwigarów na stołkach i powiązanie platformy z dźwigarami pokazano na rys. 7 oraz 8.

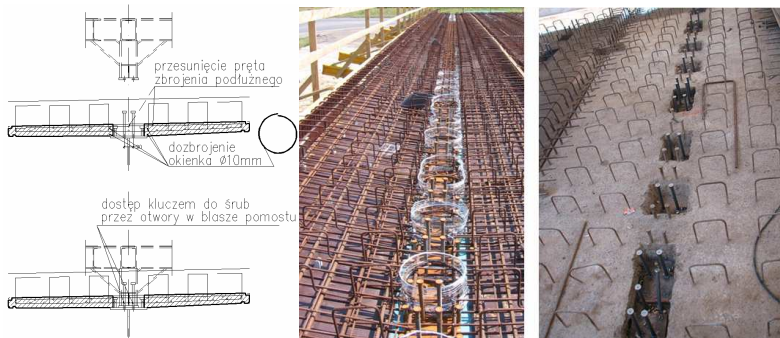


Rys. 7. Dodatkowe elementy montażowe



Rys. 8. Widok ogólny konstrukcji montażowych powiązanych z belkami VFT

Połączenie platform z dźwigarami stalowymi zaprojektowano jako połączenie elementów stalowych ze względu na znaczne obciążenia przekazywane z platformy na dźwigary w fazie montażu. W tym celu należało pozostawić nie zabetonowane otwory w półce betonowej. Otwory te przewidziano do betonowania po zdemontowaniu platformy [Rys. 9]. Zastosowanie powyższych rozwiązań umożliwiło sprawne i bezpieczne wprowadzenie dźwigu na platformy [Rys. 10] oraz demontaż istniejących dźwigarów WBS i montaż nowych dźwigarów VFT [Rys. 11].



Rys. 9. Otwory montażowe w płycie prefabrykowanej: schemat konstrukcji, wykonanie prefabrykatu oraz przed zabetonowaniem okienek.



Rys. 10. Dźwig po wjeździe na platformę.

Cała operacja usunięcia jednego przęsła lub montażu jednego przęsła przeprowadzana była w ciągu jednej nocy przy krótkich zamknięciach ruchu na autostradzie. Nie spowodowało to większych utrudnień w ruchu. Wprowadzenie dźwigu na prefabrykaty VFT usprawniło ponadto budowę wykonywanej od strony wody dolnej kładki [Rys. 12] (nasuwana podłużnie konstrukcja stalowa kładki i następnie betonowanie płyty bez podparcia).



Rys. 11. Montaż prefabrykatów za pomocą dwóch dźwigów o udźwigu 160 ton.

Jak w większości przypadków nowego sposobu realizacji konstrukcji tak i tutaj wystąpiły pewne rozbieżności pomiędzy założeniami z etapu projektowania a rzeczywistością na budowie.



Rys. 12. Widok ogólny przebudowy konstrukcji ustroju nośnego
- budowa podpór kładki z wykorzystaniem dźwigu na prefabrykatakach VFT.

Zastosowano spawanie dodatkowych blach ze sworzniami do dźwigarów zamiast bezpośredniego spawania sworzni do półki górnej dla zamocowania platformy (pierwotnie zakładano wiercenie otworów). Ułatwiło to znacznie montaż (tolerancje) ale wystąpiła konieczność lokalnego uzupełnienia powłok malarskich (przeżrzenie punktowe blachy pasa górnego). Ponadto przewidziane tolerancje dla włożenia stężeń tymczasowych na końcach dźwigarów (kolizja ze sworzniami) w rzeczywistości okazały się niewystarczające. Ze względu na konieczność szybkiego rozwiązania problemu narzuconą harmonogramem robót, nie zdecydowano się na przecinanie stężeń lecz usunięto jeden rząd pionowy sworzni. Ponieważ uzupełnienie niewielkich ilości sworzni na powierzchniach pionowych w warunkach terenowych nie jest nieopłacalne ekonomicznie, zastosowano innowacyjny rodzaj zespolenia, ang. „*composite dowels*” [2]. Sprefabrykowano odpowiednie elementy stalowe w wytwórni a następnie zostały one przyspawane na montażu jako elementy zespolenia poprzecznic spoinami pachwinowymi. Nie nastąpiło to większych trudności na montażu i okazało się stosunkowo niedrogie. Po zakończeniu przebudowy nitki lewej wykonano obciążenie próbne wykorzystując 4 samochody o ciężarze 48.5 tony. Obciążenie próbne potwierdziło pracę konstrukcji zgodną z założeniami projektowymi i oddano nitkę lewą do eksploatacji przystępując do przebudowy sąsiedniej nitki.



Rys. 13. Obiekt po oddaniu do eksploatacji nitki lewej.

5. Podsumowanie

W referacie przedstawiono technologię realizacji przęseł z dźwigarów zespolonych typu VFT zastosowaną przy przebudowie mostu przez Wisłę na stopniu wodnym Kościusko w ciągu autostrady A4, zakładającą ustawienie dźwigów na prefabrykowanych dźwigarach przed wykonaniem płyty monolitycznej. Jak każde rozwiązanie ma ona swoje zalety i wady. Istotne jest, jak przy każdej pierwszej realizacji, że zdobyto doświadczenia, które w przypadku ponownych zastosowań znacznie ulepszą i usprawnią proces realizacyjny. W szczególnym przypadku tej metody dotyczy to połączenia platformy z dźwigarami oraz stężeń tymczasowych konstrukcji. Obliczenia pokazały, że dźwigary prefabrykowane VFT są wystarczająco wytrzymałe aby przenieść w fazie montażu ciężar 100-tonowego dźwigu z 40-tonowym obciążeniem na haku i w tym aspekcie technologia może być bezpiecznie stosowana. Dodatkowym pozytywnym efektem tej realizacji jest fakt, że w poprzecznicach udało się zastosować nowy rodzaj zespolenia przy realizacji mostu drogowego i ustalono koszty oraz elementy istotne przy jego produkcji w kraju – będzie to istotne przy realizacji obiektów z zastosowaniem tego zespolenia w przyszłości.

Uczestnicy procesu inwestycyjnego:

Inwestor:	GDDKiA
Wykonawca:	MOTA-ENGIL POLSKA S.A.
Główny projektant:	Transprojekt-Kraków Sp. z o.o.
Projekt ustroju nośnego:	EUROPROJEKT Gdańsk Sp. z o. o.

Literatura

- [1] Kołakowski T., Kosecki W., Lorenc W., Polskie doświadczenia z realizacji obiektów w technologii vft®. Przyspieszenie budowy dróg ekspresowych i autostrad w programie rządowym „Infrastruktura i Środowisko”. IBDiM, Warszawa 2007.
- [2] Hechler O., Lorenc W., Seidl G., Viefhues E., Continuous shear connectors in bridge construction. "Composite Construction VI conference" USA, Colorado 2008.

EXAMPLE OF REALISATION OF COMPOSITE BRIDGE BY CRANES SET ON PREFABRICATED VFT GIRDERS

Summary

A new method of realization of composite bridge is presented. The method assumes that crane is set on VFT girders before in-situ slab is realized, hence superstructure can be realized span-by-span. Appropriate calculations needed to be conducted and special steel structures have been designed and realized. First bridge was successfully realized this way and some conclusions from this realization have been drawn. The main point is that VFT girders are strong enough at prefabricated stage to ensure safe realization of superstructure with this method.